

# IMPORTANCIA DE LA RELACIÓN ACOMODACIÓN-CONVERGENCIA PARA EL RENDIMIENTO ESCOLAR



Universidad de Sevilla  
Facultad de Farmacia

Laura Bermúdez Ureba

Universidad de Sevilla

Facultad de Farmacia



Trabajo Fin de Grado

Grado en Óptica y Optometría

“Importancia de la relación acomodación-  
convergencia para el rendimiento escolar”

Revisión bibliográfica

En Sevilla, a 5 de Julio del 2016

Área: Óptica

Alumna: Laura Bermúdez Ureba

Tutor: José Antonio Fuentes Najas

## Agradecimientos:

Mis más sinceros agradecimientos a mis padres y hermanas, sin olvidar a Juan Diego por haberme apoyado y animado a seguir en todo momento en estos cuatro intensos años. Sin ustedes no lo hubiese logrado.

A mi tutor D. José Antonio Fuentes Najas, por haber compartido sus extensos conocimientos y su reducido tiempo conmigo siempre con el mejor de los agrados, no solo en lo que a éste TFG respecta sino durante todos estos años, gracias de corazón.

Y en general a todo el profesorado del Grado de Óptica y Optometría por su paciencia y por ayudarme a madurar como persona y conseguir despertar en mí la magia de esta profesión.

“Escoge un trabajo que te guste, y nunca tendrás que trabajar ni un solo día de tu vida”.  
(Confucio).

## Resumen

Hoy en día hay numerosos estudios sobre la relación de problemas visuales con el aprendizaje, en especial con la miopía, hipermetropía y astigmatismo. Sin embargo, no sucede lo mismo con anomalías tan frecuentes como las de acomodación-convergencia. La propia sociedad apenas tiene conciencia de su existencia y repercusión.

En el siguiente trabajo se elabora una revisión bibliográfica enfocada a la comparación de artículos sobre las alteraciones de la visión binocular no estrábica, cuyo objetivo principal es demostrar su afectación en el rendimiento escolar (sobre todo a nivel lecto-escritor), centrándose especialmente en edades comprendidas entre 6 y 19 años.

Se expondrán los tipos de alteraciones de la visión binocular no estrábica, además de otras habilidades visuales que también repercuten en el ámbito académico. Para ello se describirán los síntomas más comunes incluyendo cuestionarios para facilitar el diagnóstico.

Además se lleva a cabo un análisis crítico de la edad, metodología, pruebas visuales y criterios de exclusión empleados en dichas investigaciones, proponiendo mejoras para futuras publicaciones en referencia al tema objeto de estudio.

Se presentaron los aspectos más destacados de los datos obtenidos de los diferentes estudios, comparando los mismos mediante tablas. De este modo, se llegó a la conclusión que estas anomalías son un factor de riesgo para un aprendizaje correcto. Destaca por su frecuencia y repercusión alteraciones como la insuficiencia de convergencia y la insuficiencia de acomodación, ambas producen los síntomas más preocupantes en la lectura y escritura.

Por último, se incluye la figura del óptico optometrista como pilar básico de su diagnóstico y tratamiento, explicando la importancia de la terapia ortóptica y comportamental.

Palabras claves: aprendizaje, visión binocular, acomodación, convergencia, escolar.

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	4
• Un problema con solución .....	4
• Habilidades lecto-escritoras .....	4
• El proceso de acomodación .....	5
• Psicomotricidad: lateralidad .....	6
• Movimientos binoculares .....	7
• Tipos alteraciones .....	8
OBJETIVOS .....	9
METODOLOGÍA .....	10
• Bases de datos empleadas .....	10
• Palabras claves .....	10
• Criterios selección bibliografía .....	10
• Criterios de inclusión y exclusión .....	11
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	12
• Edad .....	12
• Criterios de exclusión .....	12
• Pruebas visuales .....	14
• Comparación de datos .....	18
CONCLUSIÓN .....	25
ANEXOS .....	28
TABLAS .....	32
BIBLIOGRAFÍA .....	36

## INTRODUCCIÓN

### Un problema con solución

En España alrededor de 1.200.000 jóvenes sufren de fracaso escolar por bajo rendimiento. Este es un tema noticioso y motivo de debate y controversia en nuestra sociedad. Andalucía es una de las regiones más afectadas por esta preocupante situación con un 4,1% más de abandono que la media de España<sup>1</sup>. (Ver figura 1).

“Las personas que no consiguen graduarse en ESO encuentran dificultades para su inserción laboral, ocupan puestos menos estables y con menores niveles retributivos, de manera que al perder su empleo, tardan más tiempo en encontrar otro, en comparación con los trabajadores cualificados” (Cobo, 2010).

No hay datos exactos pero entre un 15-25% de niños tienen algún tipo de alteración visual que perjudica en su aprendizaje, siendo además la causa principal de consulta en los niños de 6 años. A partir de los 12 años los problemas que prevalecen son los binoculares.(Alemany, 2005).

### Habilidades lecto-escritoras

El lenguaje y destrezas perceptuales como la madurez visual son un punto importante para el aprendizaje lecto-escritor. (Cóppola, 2004).

Para un buen aprendizaje la visión es un punto fundamental. A los niños de por ejemplo 6 años, ya se le exige que realicen adecuadamente un alto número de tareas de lecto-escritura, quedando aún por madurar algunas habilidades visuomotoras y funciones visuales importantes como es el caso de la acomodación, la visión del contraste o el color, procesos que suelen culminar su desarrollo algo más tarde, siendo unas habilidades sin las cuales el niño será incapaz de llegar al nivel de rendimiento esperado. (Najas, 2011)(Cóppola, 2004)(Alemany, 2005).

Antes de la edad escolar es fundamental realizar un análisis visual completo sin olvidar la parte comportamental para descartar distorsiones posturales que generen anomalías en las funciones oculares que también puedan entorpecer el proceso de aprendizaje. (Najas, 2011)(Alemany, 2005).

Entre los síntomas más frecuentes a esta edad encontramos: problemas en la lectura fluida con pérdidas, omisiones, saltos, lectura lenta así como somnolencia y abandono de esta tarea.

---

<sup>1</sup> INE (Instituto Nacional de Estadísticas).

También pueden aparecer problemas de astenopia, borrosidad y diplopía entre muchos otros. Los signos de las disfunciones binoculares no estrábicas tanto acomodativas como vergenciales se pueden ver resumidos en las tablas descritas más adelante. (Alemany, 2005)(Páez y Perea, 2007)(Shin y cols., 2009).

### El proceso de acomodación

Tiene lugar gracias a la contracción del músculo ciliar con la consiguiente relajación de las fibras zonulares, aumentando así su curvatura y poder dióptrico, este cambio se produce para mantener la imagen nítida en la retina, por efecto de la vergencia acomodativa, o por el estímulo de un objeto próximo, pero además también encontramos cierta acomodación tónica de reposo. (Herranz y Antolínez, 2010).

Importante destacar la sincinesis acomodación-convergencia, proceso parasimpático que ocurre debido a las múltiples inervaciones del III par (esfínter del iris, rectos internos y músculo ciliar), esto se pondría en marcha al enfocar un objeto próximo que provoca acomodación, convergencia, miosis y cambios en la relación acomodación-convergencia. Realmente ambas actúan de forma independiente aunque podamos encontrar una interacción con cierta sintonía entre ellas, por un lado tenemos la acomodación-convergencia (AC) donde cambios en la acomodación los dará también en la convergencia, y a la inversa, encontramos la convergencia-acomodación (CA) por el cual los cambios en la convergencia provocarán a su vez cambios en la acomodación. (Herranz y Antolínez, 2010) (Poltavski y cols 2012).

Puede haber disociación entre ambos procesos, permitiendo un grado de binocularidad sin percepción de diplopía, a esto lo llamamos visión binocular única. Dentro de ese estrés hay otra zona en el que se experimenta mayor comodidad conocida como área de confort de Percival. Una persona tendrá en mayor o menor medida problemas astenópicos, dependiendo de si su relación AC se encuentra dentro de este rango o no. (Poltavski y cols., 2012).

Cada vez son más los recursos tecnológicos visuales que se utilizan en la escuela para enseñar a los niños, como pizarras interactivas (para ver vídeos, imágenes...) en tal caso la entrada de información es prácticamente 100% visual por lo que, para su memorización es necesario disponer de una buena eficacia y un buen rendimiento de este sentido. (Álvarez y cols., 2004).

Esto significa que no solo ha de haber una buena agudeza visual, sino que habríamos de tener en cuenta todas las habilidades que el sistema visual desarrolla y que pueden afectar entonces al aprendizaje. Entre ellas encontramos los movimientos oculares, la percepción, lateralidad, atención, memoria, discriminación y coordinación ojo-mano entre muchas otras. Todas estas

capacidades pueden repercutir en la lectura y escritura por estar relacionada directamente con estos procesos. (Álvarez y cols., 2004).

ANOMALÍAS ACOMODATIVAS	SÍNTOMAS	SIGNOS
Fatiga de acomodación	Borrosidad, astenopia.	Dificultad mantenimiento de AA.
Insuficiencia acomodativa*	Relacionado con visión de cerca, problemas de atención y concentración en lectura.	AA baja, ARP baja, FA falla negativos, lag alto.
Exceso acomodativo**	Relacionado con visión de cerca y lejos (borrosidad, diplopía, astenopia).	AA alta, lag bajo, FA falla positivos, ARN reducida, PPC corto.
Inflexibilidad acomodativa	Problemas al lejos y al cerca, de atención y concentración al leer.	FA falla con positivos y negativos, ARN y ARP bajos, MEM bajo.

\*Dentro de ella encontramos acomodación mal sostenida, parálisis acomodación y acomodación desigual. \*\*Dentro encontramos el espasmo acomodativo.

Fuente: elaboración propia a partir de (Bonete, 2014)(Alemany, 2005)(Páez y Perea, 2007)(Shin y cols., 2009).

### **Psicomotricidad: lateralidad**

Habilidad integrada a los 7 años. Siempre hay predominio de uno de los hemisferios para realizar una determinada tarea. (Cóppola, 2004)(Alemany, 2005).

“Muchas de las dificultades lectoras que presentan los estudiantes con necesidades educativas especiales se deben a las dificultades en los procesos de orientación espacial, como resultado de un fallo al establecerse la dominancia lateral, lo cual hace que el lector perciba visualmente de forma desordenada y confunda perceptualmente algunos fonemas-grafemas; estas dificultades también se asocian a disfunciones de la memoria visual y la orientación espacial”. (Cóppola, 2004).

En cuanto a la lateralidad visual la norma más común es leer y escribir de izquierda a derecha, lo cual puede ser un problema para el aprendizaje y la comprensión lectora en estudiantes zurdos. (España, 2000).

Junto con la lateralidad encontramos conceptos como la propiocepción (consciencia corporal), direccionalidad, organización espacial y temporalidad, todas ellas ya desarrolladas a la edad de 12 años, pudiendo su mal desarrollo ocasionar lectura lenta o inversiones de letras y números. (Álvarez y cols., 2004).

Relación de etapas prelaterales con la visión: (Caño y cols., 2003).

Monolateralización → Monocularidad

Duoteralización → Biocularidad

Contralateralización → Binocularidad

Unilateralización → Estereopsis

### Movimientos binoculares

Dentro de ellos se pueden destacar los seguimientos, sacádicos, fijaciones y vergencias. Estos movimientos binoculares permiten la relación con nuestro medio, pasar la atención de un objeto a otro así como mantener la atención en un punto en concreto. Las vergencias se pueden dividir en convergencia (movimientos oculares hacia nasal) y divergencia (movimientos de ambos ojos hacia el lado temporal). Además se puede observar en el seguimiento de un objeto: una fase rápida (sacádico de localización) y otra lenta (seguimiento). La finalidad es siempre la de mantener la imagen en la fóvea, punto de máxima visión. (Álvarez y cols., 2004)(Alemany, 2005)(Herranz y Antolínez, 2010). Importante sería destacar el problema que también ocasionaría en los deportes una alteración en los seguimientos. (Álvarez y cols., 2004).

Según el Manual de Optometría de Martín y Vecilla los movimientos suaves de seguimiento se originan en áreas visuales temporales medias y se generan en el córtex parieto occipital donde el córtex derecho controla los movimientos hacia la derecha y el córtex izquierdo los movimientos hacia la izquierda. Los movimientos sacádicos se generan en los lóbulos frontales. (Herranz y Antolínez, 2010).

Estos movimientos que nos hacen movernos por un texto y no perdernos ni saltarnos ninguna palabra van combinados con las fijaciones durante las cuales entra la información que va a ser memorizada, donde la visión binocular tendrá que tener un buen control para no desgastar al sistema visual y que debido a este sobreesfuerzo, el estudiante abandone la tarea. Además pueden provocar una penalización de la coordinación ojo-mano con la consecuente pérdida de reglón en la lectura, por ejemplo. (Ver figura 2). (Herranz y Antolínez, 2010)(Páez y Perea, 2007)(Pérez y Castro, 1996).



## Tipos alteraciones

Cuadro resumen de los diferentes tipos de alteraciones binoculares no estrábicas.

DISFUNCIONES HORIZONTALES		
AC/A BAJO	SÍNTOMAS	SIGNOS
Insuficiencia de convergencia (IC)	Asintomático o relacionado con visión de cerca*. Problemas lectura y comprensión**.	PPC alto, ARP bajo, mala FA con lentes positivas, lag bajo, VFP baja en lejos.
Pseudo-insuficiencia de convergencia	Mismos síntomas IC y problemas en cambios de enfoque.	PPC alto, ARP bajo y ARN alto, FA falla con positivos y negativos, AA baja.
Insuficiencia de divergencia	Relacionado con visión de lejos.	VFN baja en lejos y FV reducida.

AC/A ALTO	SÍNTOMAS	SIGNOS
Exceso de convergencia	Relacionado visión de cerca*.	PPC BAJO, VFN bajo en cerca, ARP bajo, AA bajo, lag alto.
Exceso de divergencia	Diplopía, desviación.	VFN alto en lejos, VFP baja en lejos, lag alto, supresión lejos.

AC/A NORMAL	SÍNTOMAS	SIGNOS
Inestabilidad visión binocular	Relacionado visión de cerca*.	VFN/VFP reducidas, FA lenta, posible reducción de estereopsis.
Exoforia básica	Borrosidad y astenopia en lejos y cerca, problemas de concentración.	PPC alto, VFP reducida, ARN bajo, FA falla positivos, MEM bajo.
Endoforia básica	Borrosidad y astenopia en lejos y cerca.	VFN reducida, ARP bajo, FA falla negativos, MEM alto.

\*visión borrosa, lagrimeo, fotofobia, diplopía, astenopia, dolor de cabeza, somnolencia, náuseas\*\*Se pierde en la lectura, omite y se salta palabras, relee, pérdida de concentración, las letras se mueven, somnolencia al leer, lectura lenta, evitan la lectura.

DISFUNCIONES VERTICALES	SÍNTOMAS	SIGNOS
Heteroforias verticales y cicloverticales	Astenopia, visión borrosa, somnolencia y pérdidas de lectura	VFH reducida, VFO reducida o ampliada, inclinación cabeza

Fuente: elaboración propia a partir de (Bonete, 2014) (Alemany, 2005)(Páez y Perea, 2007)(Shin y cols., 2009).

## OBJETIVOS

- Destacar la importancia de analizar los procesos de acomodación-convergencia en problemas de aprendizaje. Así como identificar los aspectos más relevantes, conocidos y controvertidos.
- Valorar la necesaria función del óptico-optometrista tanto en la detección como en el tratamiento de las diferentes alteraciones visuales.
- Exponer la realidad de ésta situación en la actualidad, así como la magnitud del asunto en cuestión.
- Generar una conciencia colectiva que aborde esta problemática por la repercusión y el coste social que provoca a medio y largo plazo.
- Establecer futuras líneas de investigación que amplíen los conocimientos sobre el tema.

## METODOLOGÍA

### Bases de datos empleadas

Pubmed<sup>2</sup>—Google académico<sup>3</sup>—Dialnet<sup>4</sup>—ScienceDirect<sup>5</sup>—Scopus<sup>6</sup>

### Palabras claves

Acomodación – convergencia – aprendizaje –visión binocular – ocular – niños

Accommodation – Convergence – learning – binocular vision – ocular – children

### Criterios selección bibliografía

Se trata de un trabajo de revisión bibliográfica en el que comienza la búsqueda el 7 de febrero del 2016 y finaliza el 1 de junio del 2016, todos los artículos han sido conseguidos a través de las bases de datos anteriormente citadas y usando combinaciones de las palabras claves (principalmente en inglés y con ayuda de la herramienta DeCS<sup>7</sup>). Se usó operadores booleanos como “OR” y “AND”.

Sé utilizó principalmente como base teórica del trabajo dos libros de la biblioteca CRAI, Manual de Optometría de Martín y Vecilla y Optometría Pediátrica de López Alemany, ambos dan un resumen de los diferentes aspectos que un óptico-optometrista debe considerar para el examen visual, así como pruebas y etapas del desarrollo para poder orientar el estudio a la edad adecuada del paciente.

Este trabajo se ha centrado fundamentalmente en la búsqueda de artículos experimentales en los que se relacionara la visión binocular con el aprendizaje ya sea referido a la lectura, a la escritura, o al mal rendimiento; con el fin de reunir el mayor número de datos posibles para posteriormente compararlos y relacionarlos en base a nuestro estudio.

---

<sup>2</sup> Acceso rápido a MEDLINE, proporcionada por la propia National Library of Medicine, contiene referencias y abstracts de más de 4000 revistas biomédicas publicadas en 70 países. Cubre desde 1966 hasta la actualidad.

<sup>3</sup> Buscador que permite localizar documentos académicos y científicos (artículos, tesis, libros, manuales...) a través de editoriales, bibliotecas, bases de datos, etc.

<sup>4</sup> Contiene referencias bibliográficas de 6.800 revistas españolas e hispanoamericanas de todas las disciplinas científicas, además de enlaces al texto completo de los artículos que están disponibles gratuitamente en internet.

<sup>5</sup> Contiene el texto completo, sumarios y resúmenes de más de 1100 revistas de las editoriales Elsevier, Pergamon, Excerpta-Medica y North Holland.

<sup>6</sup> Producido por Elsevier, es una base de datos multidisciplinar para la investigación científica. 60 millones de registros en total. Cobertura: 6.800 publicaciones ciencias de la salud y aprox. 7.200 de ciencias físicas.

<sup>7</sup> Descriptores en Ciencias de la Salud.

La búsqueda ha sido realizada principalmente en inglés por ser la lengua generalmente usada en el ámbito científico-médico. Se ha dado especial importancia a aquellos estudios que relacionaran la acomodación-convergencia con el aprendizaje escolar.

Se usaron también publicaciones de “La Gaceta de Optometría y Óptica Oftálmica”, que es la revista profesional y oficial del Consejo General de Colegios de Ópticos-Optometristas.

### Criterios de inclusión y exclusión

Se han incluido los artículos que cumplen los siguientes requisitos:

- Publicados en el año 2000 en adelante.
- Gratuitos o libres de pago gracias a ser miembro de fama.us.
- Incluye grupo de estudio y grupo control.
- Edades de 6 a 19 años.
- Artículos de las anomalías binoculares no estrábicas y su tratamiento.

Se han excluido aquellos artículos que:

- Ausencia de resumen.
- Cualquier idioma diferente al español e inglés.
- Tratan la acomodación-convergencia pero no la relacionan con algún ámbito del aprendizaje.

Estos criterios se han llevado a cabo solo en los artículos usados en el apartado de resultados. Finalmente 10 de los 38 encontrados en un primer momento cumplían con los requisitos anteriormente citados. El resto de las referencias usadas han sido para complementar información específica de un tema.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizó una gran variedad de artículos experimentales sobre la función binocular no estrábica relacionándola con el aprendizaje, de todos ellos hay varios factores a descartar por la diferente forma de abordar y enfocar cada estudio en cuestión, ya que cada investigador o bien se centra en una parte de la función binocular en concreto o bien busca indagar en un tema del aprendizaje más específico.

### Edad

Un total de 10 artículos experimentales han sido utilizados para ésta revisión, como se habla de aprendizaje escolar se debería considerar hasta la edad de enseñanza obligatoria que en España está en los 16 años<sup>8</sup>. El rango de edad va desde los 6 años, la edad más joven de estudio, hasta los 16 años, y viendo que la mayoría de ellos usan el rango de 8 a 12 años. Una de las investigaciones empleadas selecciona adolescentes con edades comprendidas entre 14 a 19 años, éste estudio también ha sido incluido por la importancia y claridad de los datos recogidos en él.

Hubiese sido interesante encontrar varios estudios que acoten por el mismo rango de edad para poder comparar de una forma más fiable según cursos académicos, ya que en cada curso se tienen unas exigencias concretas, por ejemplo el tamaño de letra utilizada en la lectura o escritura (Chen y cols., 2011). Además, como se mencionó en la introducción, muchas de las funciones visuales no se encuentran totalmente desarrolladas a la edad de por ejemplo 6 años y sin embargo se comienza con el aprendizaje de la lecto-escritura a esa edad, por lo que podríamos contemplar la hipótesis que nos aclare si la función visual está realmente preparada para llevar a cabo un proceso tan importante, tan complejo y que supone tanto esfuerzo para el niño.

### Criterios de exclusión

En todos los artículos revisados, de la población total a estudiar, hay alumnos que no cumplen con los criterios propuestos por el autor, por lo que son excluidos del estudio, quedando finalmente una muestra menor de la escogida en un principio.

En la mayoría de experimentos se usaban o bien solo niños con mal rendimiento escolar (López, 2014)(Morad y cols., 2002)(Grisham y cols., 2007) o en algunos había comparaciones con grupo control (Dusek y cols., 2010)(Páez y Perea, 2007)(Álvarez y Puell, 2010), con grupo de buen rendimiento (Chen y cols., 2011), diferencias en cuanto al punto próximo de

---

<sup>8</sup> MECD (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte).

convergencia (PPC)(Cohen y cols., 2010) o diferencia en cuanto a la puntuación en un cuestionario de síntomas (Shin y cols., 2009). Para clasificarlos como malos lectores o bajo rendimiento escolar se valoraban las notas del año anterior en diversas materias como matemáticas o lengua (Chen y cols., 2011)(Grisham y cols., 2007) o bien se asumía el criterio de profesores y psicólogos del centro (Páez y Perea, 2007). Había en algunas ocasiones pruebas especiales como la velocidad de lectura (The Salzburg Reading Test<sup>9</sup> (Dusek y cols., 2010), Test Prolec y Prolec-se<sup>10</sup> (Álvarez y Puell, 2010), SHEMA<sup>11</sup> (Cohen y cols., 2010)(Morad y cols., 2002) y test KIA2M<sup>12</sup> (Muzaliha y cols., 2012)) lo cual suele variar en función del país en el que nos encontremos.

Algunos de estos artículos tienen en cuenta un cuestionario de síntomas astenópicos. A los niños les cuesta expresar los síntomas que padecen o no encuentran las palabras adecuadas, sin embargo, si les pasamos un cuestionario de este tipo a ellos o incluso a los padres, se podría tener una mejor idea de por dónde va encaminado su problema, si es que lo tiene. (Cohen y cols., 2010)(Shin y cols., 2009).

Entre los criterios de exclusión más comunes se puede resaltar: estrabismo, patologías oculares, ambliopía, anisometropía...

En algunos casos la AV reducida era un motivo de exclusión (errores rx altos (Álvarez y Puell, 2010)), incluso en un estudio no se admitían participantes con ortoqueratología (Shin y cols., 2009) y en otro con antecedentes de estrabismo o con alguna medicación que influyese en la relación acomodación-convergencia (Cohen y cols., 2010).

Se podría plantear la inclusión de pacientes con altos errores de refracción siempre que estuviesen perfectamente corregidos.

Cada investigación tiene sus propios criterios para incluir unos alumnos u otros ya que unos se centran también en los problemas de refracción para compararlos con el aprendizaje y otros prefieren descartarlos para que no influyan en sus datos, estaría bien tener un criterio más homogéneo, incluso se podría diferenciar tres ramas de estudio:

- Relación de la agudeza visual con el bajo rendimiento escolar.
- Relación de las anomalías binoculares estrábicas con el bajo rendimiento escolar.
- Relación de las anomalías binoculares no estrábicas con el bajo rendimiento escolar.

---

<sup>9</sup> Instrumento que simula condiciones naturales midiendo distancia, velocidad y AV de lectura.

<sup>10</sup> Seis pruebas de distinta dificultad tanto léxicas, sintácticas como semánticas.

<sup>11</sup> Test de comprensión lectura de respuesta múltiple.

<sup>12</sup> Test de lectura y escritura usado en Malasia para categorizar niños con problemas en este ámbito.

## Pruebas visuales

Una amplia diversidad de test son utilizados para la toma de datos en los pacientes, cada estudio se centra en unas pruebas en concreto, algunas investigaciones indagan más en capacidad de acomodación, otras en cambio en la convergencia. Finalmente las hay más enfocadas en los problemas de relación entre ambas, e incluso otras en el bajo rendimiento.

Depende de la línea de investigación, cada autor usa unos test más específicos u otros, esto se puede ver en las diferentes tablas realizadas que comparan los datos de los artículos. En el apartado de conclusiones se comentará algo más sobre cómo podrían abordarse futuras líneas de investigación para evitar este problema.

Las pruebas más usadas para el examen visual son en general:

- **Agudeza visual (AV):** analizando la figura 3 se observa que hay poca información sobre la AV tomada de cerca ya que la mayoría de artículos no hacen referencia a ella.

En la mayoría de los exámenes de lejos se usa el test Snellen que utiliza la escala logarítmica y de cerca el Rosenbaum a 33cm, cuyo principio es el mismo que el anterior solo que a una distancia menor.

Bajo mi punto de vista habría que realizar la medida de AV de cerca a todos los pacientes ya que resulta un test necesario para evaluar la salud ocular, además de ser una prueba sencilla y rápida. Para ello no existe una norma internacional a la hora de elegir el método más recomendado aunque sí se debería anotar siempre la distancia de presentación del test.

- **Punto próximo de convergencia (PPC):** de los 10 artículos revisados solo en uno de ellos no se menciona la medida del punto próximo de convergencia (Chen y cols., 2011), y de los 9 restantes, 6 de ellos se tomaron con estímulo acomodativo y 3 con linterna, todos usaban regla en las medidas.

Ver tabla 1. La norma es de 3/5 cm, en las tablas se observa que estos valores en los alumnos con mal rendimiento están más alterados que en los niños sin problemas de aprendizaje.

Sería importante realizar esta prueba más de tres veces seguidas en sospechas de anomalías binoculares para saber si hay una bajada de rendimiento en tareas prolongadas de cerca. (Alemany, 2005).

Desde mi perspectiva esta prueba debería realizarse con estímulo acomodativo para extraer información sobre la implicación acomodativa ya que con punto luminoso se disocian ambas funciones.

- **Vergencias fusionales positivas y negativas (VFP/VFN):** a edades tempranas no se suelen usar los prismas de Risley (a excepción de los artículos (Álvarez y Puell, 2010) y (Shin y cols., 2009) donde sí lo utilizan). De los 10 estudios revisados tan solo 6 tienen información de estas medidas.

Se emplea prismas horizontales de base interna y externa en lejos y cerca solo en el estudio de Páez y Perea, 2007, el mismo pero solo de cerca en el de Grisham y cols., 2007 y Muzaliha y cols., 2012; por último de lejos y cerca pero solo con BE en el de Álvarez y Puell, 2010. (Ver figura 4).

Ver tabla 2. La norma sería BE cerca 9/18/10; BE lejos 17/21/11; BI cerca x/7/4; BI lejos 13/21/13. (Alemany, 2005).

Algunos datos de nuestros artículos se encuentran fuera de ésta norma, esto combinado con el resto de test nos puede dar una idea más precisa del problema binocular del que se está tratando. Por ejemplo en el artículo 20 hay niños que tienen problemas para divergir en cerca, esto combinado con un PPC bajo podría indicar exceso de convergencia.

A mi entender la elección entre usar la barra de prismas o el diasporámetro para esta prueba, estarían en función del nivel de desarrollo cognitivo del niño. Habría que tener en cuenta que, si con la barra de prismas la percepción periférica es mayor, el método del diasporámetro con foróptero ofrece una medida más secuenciada, ya que no se producen saltos.

- **Relación AC/A:** “representa el cambio en la convergencia por unidad de acomodación, su valor se utiliza para clasificación y diferenciación de problemas binoculares así como para elegir el tratamiento” (Herranz y Antolínez, 2010). Medida muy importante si queremos saber el funcionamiento de la actividad binocular, tanto la estrábica como la no estrábica. Sin embargo solo 2 de los 10 artículos la miden por el método del gradiente en el cual se relaja o estimula la acomodación para ver los cambios que producen en la foria (Herranz y Antolínez, 2010). Sería interesante tener información de ésta relación en futuras líneas de investigación ya que se trata de uno de los datos a tener en cuenta para clasificar el tipo de alteración de la acomodación-convergencia.



- **Amplitud de acomodación (AA):** se define como la cantidad total de acomodación que el sistema visual es capaz de poner en juego (Herranz y Antolínez, 2010). Cuatro de nuestros estudios la miden por el método de Donders o de acercamiento y uno de ellos elige el método de Sheard que añade lentes negativas.

Ver tabla 3. Los valores normales pueden ser calculados por la fórmula de Hofstetter ( $AA=18.5-1/3 \text{ edad}$ ) o por la tabla de Donders. Tanto Grisham y cols., 2007, como Muzaliha y cols., 2012, llegaron a observaciones similares. En ambos había un porcentaje mayor al 20% de niños con pobres AA. Las demandas escolares exigen buenas amplitudes de acomodación para las tareas por lo que es importante que el paciente tenga esta capacidad en los límites normales.

Según he podido ver los valores son sobreestimados por el método de Donders puesto que se agranda el tamaño del estímulo al acercarlo, contrariamente a lo que ocurre cuando se incrementa el poder dióptrico por el método de Sheard.

- **Flexibilidad acomodativa (FA):** su objetivo principal es evaluar la capacidad del sistema acomodativo para relajar y acomodar sucesivamente durante un cierto tiempo (Herranz y Antolínez, 2010). Cuatro de nuestros artículos realizan esta prueba con lentes flippers de  $\pm 2.00 \text{ D}$  alternándolo de forma binocular durante un minuto de tiempo. Mientras el paciente mira el test de visión próxima a 40 cm con su corrección de lejos, se mide el número de ciclos por minuto.

Ver tabla 4. Valores esperados en niños entre 5 y 9 ciclos por minuto (cpm). (Herranz y Antolínez, 2010). Se encontró inflexibilidad acomodativa en alrededor a 10% de la población de estudio en el artículo de Shin y cols., 2009, en un 8% en el de Grisham y cols., 2007, además de alteraciones en 109 de los 461 sujetos a estudio y por último en más del 20% en Muzaliha y cols., 2012. Se encuentran diferencias significativas entre buenos y malos lectores en el estudio de Dusek y cols., 2010.

El inconveniente principal de esta prueba radica en el hecho de realizarla solo binocularmente porque podemos encontrar supresiones que nos dan resultados poco fiables, por lo que se recomienda usar filtro rojo-verde como sistema anti supresor. (Herranz y Antolínez, 2010).

Bajo mi punto de vista la subjetividad de este método hace que tenga una fiabilidad relativa en niños pequeños, un punto fundamental sería el sostenimiento de la distancia. Además haría una recomendación: realizarla primero de manera binocular y

luego de forma monocular ya que con los dos ojos hay fusión y por tanto interacción del sistema vergencial sobre el acomodativo, cosa que no ocurre al ocluir un ojo. Si falla en el test de forma monocular se sabe que es problema acomodativo pero si por el contrario no tuviese problemas podríamos estar ante un problema vergencial.

- **Test DEM:** (Developmental Eye Movement) se comienza a usar a partir de los 5 años para la evaluación de los movimientos sacádicos, parte esencial en esta revisión como se comentó en la introducción. Se divide en tres partes: pretest, lectura vertical y lectura horizontal, además tiene en cuenta el tiempo de ejecución y los fallos que se cometen, tales como omisiones y adiciones. (Herranz y Antolínez, 2010)(Alemany, 2005).

Cinco de los estudios investigados lo usan, ya que de manera rápida nos da información de habilidades visuo-verbales como la atención visual, el tiempo de integración visuo-verbal, el tiempo de vacilación (pausa), o el tiempo de vocalización entre otros. (Morad y cols., 2002).

Ver tabla 5. Aunque en todos los estudios encontramos sujetos fuera de los valores normales, destaca el artículo de Muzaliha y cols., 2012, donde el tiempo horizontal y el ratio son más prolongados de lo estándar. (Figura 5 y 6).

En mi opinión resulta ser un test útil aunque con un alto rango de subjetividad.

- **Estereopsis:** “la cuantificación de la estereoagudeza proporciona una medida de la fusión sensorial en sujetos con ejes visuales paralelos o con desviaciones muy pequeñas”. Suelen tener una disminución de esta capacidad aquellos niños que sufren ambliopía y estrabismo. (Herranz y Antolínez, 2010).

Cinco de nuestros estudios la analizan: tres lo hacen con el test de la mosca, uno con test estereoscópico de Randot y el último con el test TNO. En los tres test es necesario el uso de gafas ya sean polarizadas (los dos primeros) o gafas rojo-verdes como en el caso del TNO.

Ver tabla 6. Se observan que la mayoría de la población estudiada está dentro de los valores considerados normales (alrededor de 70” de arco).

Este dato suele estar más alterado en estrabismos y ambliopías, estas dos anomalías eran motivo de exclusión en los artículos por lo que es lógico no encontrar demasiados casos con problemas de este tipo.

Bajo mi criterio el test TNO sería uno de los más útiles y fiables, es más disociador que el polarizado, pero permite extraer la información independientemente de la posición de la cabeza del niño, no presentando pistas monoculares.

La mayoría de los estudios que se analizaron realizan cover test de cerca y lejos, es lógico teniendo en cuenta que uno de los principales motivos de exclusión de los estudios eran los estrabismos.

Hay artículos como ya se mencionó que se centran más en la parte de medida de la convergencia por lo que en ellos se realiza la prueba de facilidad de vergencia ya sea con prismas de 3ABI/12ABE (Dusek y cols., 2010) o de 8ABI/8ABE (Shin y cols., 2009).

También se suele realizar el 3-D test (convergence on a near computer stereogram): el niño sentado en frente del ordenador a unos 33cm con gafas rojo-verde, el ordenador genera estereogramas que cuando se fusionan se ven en tres dimensiones. El paciente debe indicar la localización de la figura que sobresale de la pantalla, si la respuesta es correcta hace que se genere otra imagen que aumenta la demanda de convergencia, por el contrario si es incorrecta las imágenes se acercan. El resultado final se valora en dioptrías prismáticas. (Morad y cols., 2002)(Cohen y cols., 2010).

En mi opinión con la multitud de test y avances tecnológicos que hay en la actualidad, no nos debemos conformar con elegir uno al azar sino en la medida de lo posible hagamos combinaciones de ellos para tener más datos y comparaciones que nos lleven a un resultado más fiable.

### Comparación de datos

“Realizar tareas con estrés ya sea prismas base interna o lentes de -2.00 D, hace que la respuesta acomodación-convergencia no se encuentre en la zona de confort de Percival y dé problemas en la lectura como ya fue demostrado anteriormente.” (Poltavski y cols., 2012).

Es frecuente el uso de CPT (Continuous Performance Test), se trata de una tarea de atención sostenida que dura unos 14 minutos y en ella el sujeto tiene que pulsar la barra de espacio lo más rápido posible cuando vea el estímulo de una letra a excepción de la letra X.

Cuando esta prueba se encuentra alterada podemos estar ante sujetos con errores de refracción, anomalías binoculares así como de la acomodación e incluso rupturas de la sincronía de la acomodación-convergencia (ej.: insuficiencia acomodativa, espasmos acomodativos). (Poltavski y cols., 2012)(Herranz y Antolínez, 2010).

Esta prueba fue realizada por Poltavski y cols., 2012, con la particularidad de realizarla en condiciones de estrés y no estrés. Cuando se realizaba con las lentes de -2.00 D (estrés) se encontraba un mayor lag acomodativo, una atención deteriorada con mas perseveraciones, variabilidad de las respuestas y mayor tiempo de reacción. Usando una muestra de 27 adolescentes de 18 a 26 años se obtenía un lag acomodativo en condiciones de no estrés de  $M=1.02D$ , en cambio en condiciones de estrés era de  $M=4.24D$ .

Bajo mi punto de vista aunque este test sea comúnmente usado para diagnosticar ADHD (trastorno de déficit de atención con hiperactividad) puede darnos resultados útiles y fiables para trasladarlo a la población con problemas de visión.

Según mis referencias, el lag acomodativo encontrado bajo retinoscopia dinámica debe ser de entre +0.50 y +0.75 D, estando esos +4.24D muy por encima del valor considerado como normal. Si a un sujeto emétrope se le coloca lentes de -2.00D se genera una falsa hipermetropía que ha de compensarla con su sistema de acomodación. Esto sería lo que le ocurriría a un sujeto con insuficiencia de acomodación (IA), valores altos de lag también provocan endoforia, además ya se conoce que las insuficiencias de acomodación pueden indicar una insuficiencia de convergencia secundaria.

En todos los casos citados anteriormente encontramos signos y síntomas principales como: problemas de rendimiento visual en trabajo cercano y tras un periodo de tiempo prolongado tanto en la calidad de lectura como en la comprensión, con: omisiones, pérdidas, saltos, somnolencia, lentitud, releer frases o palabras, evitación de la lectura, entre otros. Éstos serían los más preocupantes para ésta revisión. (Alemany, 2005)(Páez y Perea, 2007)(Shin y cols., 2009).

En un estudio de Abdi y cols., 2007, se trató la IA mediante la adición en cerca de +1.00, consiguiendo la mejoría del PPC de todos los niños de estudio, así como la mejora también en el rendimiento lector de 7 de los 12 pacientes.

Por otra parte, el estudio de Shin y cols., 2009, usó el cuestionario de síntomas visuales COVID-QOL (ver figura 7) para dividir a los estudiantes en grupo control y grupo de estudio (puntuación mayor a 20 en el cuestionario), este grupo de estudio después de los criterios de

exclusión se quedó en 114 alumnos de los cuales 82 tenían disfunciones binoculares ( 29 con disfunciones acomodativas, 28 con disfunciones vergenciales y 25 con disfunciones tanto acomodativas como vergenciales), de ellos se supo basándose en los logros académicos que, las disfunciones acomodativas y de acomodación-vergencia eran las más relacionadas con un rendimiento bajo (peores en matemáticas, lengua y ciencias sociales).

Este artículo es más completo que otros porque tiene en cuentas más mediciones y relaciones por lo que prueba de forma más fiable las conclusiones de otras investigaciones. Estas alteraciones en la visión también repercuten en el deporte por lo que es importante para no catalogar a los niños de disléxicos, por ejemplo.

La insuficiencia de acomodación parecía ser la causa principal para el mal rendimiento. “El sistema de enfoque de los ojos contribuye al proceso de aprendizaje” (Shin y cols., 2009), entonces es lógico pensar que problemas de la acomodación dará problemas en trabajo de visión próxima.

Además, dos pruebas de acomodación relativa (o cantidad de acomodación que un sujeto es capaz de poner en juego sin necesidad de variar su convergencia) son fundamentales para el diagnóstico correcto de muchas de las anomalías binoculares no estrábicas. Se trata de la acomodación relativa positiva (ARP) y la acomodación relativa negativa (ARN), la primera es la cantidad de acomodación que se puede poner en juego añadiendo rítmicamente lentes negativas y la segunda sería la cantidad de potencia esférica positiva que el sujeto es capaz de compensar relajando su acomodación. (Herranz y Antolínez, 2010). Pocos estudios del ámbito que aquí se trata tienen en cuenta estas dos habilidades oculares. (Shin y cols., 2009).

Si echamos un vistazo a las tablas de la introducción de tipo de alteraciones podemos ver que en la mayoría de las anomalías que se describen encontramos datos de estas pruebas a tener en cuenta para el diagnóstico, éste test junto con la flexibilidad acomodativa creo que daría una idea importante de cómo pone el sujeto en juego su sistema de acomodación.

Son muchas las anomalías binoculares no estrábicas que se pueden producir en los escolares, en un estudio de López, 2014, se determina que de los 72 adolescentes escogidos con mal rendimiento escolar, 26% de ellos tenían alguna anomalía binocular (1 de cada 4) y también se supo que la más frecuente era la insuficiencia de convergencia, estos pacientes no tenían síntomas ya que trabajaban poco en tareas de cerca. (Alemany, 2005)(Páez y Perea, 2007)(Bonete, 2014). Habría que comprobar si tras un esfuerzo prolongado usando la visión binocular a una distancia próxima el sujeto refiere astenopia o problemas de comprensión

típicos de esta disfunción como son: la pérdida de concentración, somnolencia al leer, lectura lenta, omisión de palabras...

Por la información que he podido encontrar, no habría que conformarse para su diagnóstico con la obtención de un PPC mayor a la norma, sino que habría que hacer pruebas de relación AC/A, retinoscopia dinámica con por ejemplo MEM, ver el tipo de foria que presenta, etc.

Lo dicho anteriormente ya había sido confirmado años antes en una investigación a mayor escala, la de Dusek y cols., 2010. Con una muestra de 1153 sujetos (825 con dificultades en la lectura y escritura y 328 como grupo control) en ella se encontró también que la insuficiencia de convergencia era una de las anomalías binoculares más comunes junto con el exceso de convergencia, viendo que había diferencias significativas entre el grupo referido y el control. De los 328 alumnos del grupo control más del 60% eran exofóricos de cerca y de los 825 con dificultades más del 50% también eran exofóricos de cerca, mientras que cuando la prueba se realizaba de lejos en ambos grupos más del 80% eran ortofóricos, ésta singularidad es muy común que se dé en las insuficiencias de convergencias.

Lo importante es abordar su tratamiento en función de los síntomas que se comentaron en la introducción, actualmente la terapia ortóptica y la comportamental están en auge consiguiendo estupendos resultados en pocos meses e incluso semanas, famoso es ya el Convergence Insufficiency Treatment Trial del 2008 un ensayo aleatorio que se llevó a cabo para conseguir una unificación de criterio en el tratamiento de ésta anomalía binocular y así lo demostraron también Scheiman y cols., 2011, en el que usaban terapia en consulta de acomodación-convergencia con refuerzo en casa con ejercicios múltiples como son: el cordón de Brock, flippers tanto de +/- 1.5 como de +/-2.00 , las cartas de Hart, círculos excéntricos, tarjetas salvavidas... (Molina y Forero, 2010) (Scheiman y cols, 2011)(Scheiman, 2008).

Sería interesante por su novedad comparar las investigaciones de terapia comportamental con los resultados que ofrece la terapia ortóptica, incluso el uso de ambas conjuntamente. Además se puede mejorar la estructura de éstos estudios normalizando los tiempos de visita y ejecución (así se evitan los sesgos inducidos por esas dos variables).

Se pueden encontrar métodos más especiales para analizar la convergencia como es el 3D test del que se habló anteriormente en la parte de pruebas visuales. Esta prueba sumada al PPC y a la amplitud de convergencia nos dará gran información para detectar las insuficiencias de convergencias. (Morad y cols, 2002)(Cohen y cols, 2010).

Desde mi punto de vista, el mejor método para diagnóstico y tratamiento de éstas alteraciones sería realizar todas las pruebas pertinentes para poder saber de qué anomalía se trata. Luego en función del problema que estemos tratando hacer un plan semanal con los diferentes test que se vayan a realizar así como el tiempo de cada prueba, e ir repitiéndolas cada semana para saber el progreso que está llevando el paciente en cuestión.

Hay cuestionario de síntomas usados en artículos como en el caso de Cohen y cols, 2010. En este estudio se relacionan los síntomas astenópicos mediante preguntas con la insuficiencia de convergencia y a la vez con pruebas lectoras como SHEMA y test DEM. Bajo mi punto de vista el cuestionario de síntomas CISS (Convergence Insufficiency Symptom Survey) por Borsting y cols., 2011, para niños de entre 9 y 18 años (Molina y Forero, 2010)(Rouse y cols., 2009), resultaría un test rápido y fácil de realizar en los pacientes además de estar difundido entre los ópticos-optometristas. (Ver figura 8).

Hay muchas formas de medir el punto próximo de convergencia pero en la investigación de Cohen y cols., 2010, se usó objeto próximo porque influyen así los cuatro componentes de la acomodación (tónica, proximal, fusional y acomodativa). (Cohen y cols., 2010).

El PPC, la amplitud de convergencia usando luz a distancia y el test 3D se encontró que estaban relacionado con los síntomas astenópicos, sin embargo no se encontró correlación entre los síntomas y el rendimiento lector por la prueba de SHEMA aunque se cree que esto solo sería uno de los muchos factores para tener un mal rendimiento lector. A mayor astenopia, mayor era el tiempo de finalización de la prueba. (Cohen y cols., 2010).

Sí se estableció una correlación entre los fallos con el test DEM y los síntomas astenópicos, además existen varios estudios que prueban que el prisma base interna mejora la lectura y los síntomas dando mayor precisión, velocidad y fluidez. (Cohen y cols., 2010).

Pienso que las pruebas nos dan una orientación del estado visual del niño pero en un tiempo limitado, no sería lo mismo mantener al niño realizando un test 5 minutos que 20 minutos ya que hay muchas alteraciones que aparecen con el cansancio y la fatiga visual.

A diferencia de otros estudios, 23 niños diagnosticados con insuficiencia de convergencia se encontró que no tenían relación significativa con un bajo rendimiento con respecto al grupo control (Morad y cols., 2002). Se tiene en cuenta que las disfunciones de vergencia pueden ser un factor añadido para dificultar las tareas a los escolares pero no sería el factor principal.

Morad y cols., 2002, usaron la Prueba 3D para conocer el punto de rotura y recobro en dioptrías de los participantes, así como la prueba SHEMA (se trata de lectura de párrafos contestando a ciertas preguntas en el menor tiempo posible) y DEM, todo ello también para encontrar una relación de convergencia, capacidad lectora y movimientos sacádicos. No encontrando relaciones significativas entre ellas. Se tiene a las alteraciones de convergencias como factores de riesgo que influyen en los logros académicos.

Otro artículo que corrobora la importancia de la insuficiencia de convergencia: de 461 estudiantes con pobre rendimiento en lectura, el 15,4 % fue diagnosticado con IC por PPC mayor a 9 cm y además el 11,4% de los que tenían PPC normal reportaron fatiga durante la prueba, por lo que es muy probable que no mantengan esa visión única en el tiempo. (Grisham y cols., 2007).

Como ya se hizo constar anteriormente, es muy probable que el tiempo de realización de las pruebas sea el punto de mayor importancia para poder saber si de verdad esos niños tienen problemas.

Este mismo estudio de Grisham y cols., 2007, estudió tres áreas involucradas en la visión: fusión, acomodación y convergencia y solo el 20% de los estudiantes entraban dentro de los valores normales en todas las partes, es decir, adecuadas habilidades visuales, mientras que el 80% de todos ellos tenían una AV mayor o igual a 20/40.

Desde mi punto de vista resultaría un porcentaje alto que podría estar influenciado por el criterio de norma utilizado. Por ejemplo Shin y cols., 2009, utilizaron la conocida norma de Scheiman y Wick del 2002 pero esta puede diferir de otros criterios. Generalmente cuanto más acotas tienes más sesgos, esto es lo que le puede pasar a los autores de las investigaciones, los cuales al elegir un criterio en especial , ya están influenciando de una forma considerable sus medidas y por tanto sus resultados.

Interesante es el artículo austriaco de Dusek y cols, 2010, es de los más completos encontrados ya que tiene en cuenta muchas más pruebas y relaciones entre ellas. Establece una relación entre la ralentización de la lectura y un mayor número de errores, en los sujetos con más dificultades escolares, con una menor amplitud de acomodación, con menor flexibilidad y menor respuesta acomodativa. (Dusek y cols., 2010).

“Las anomalías de la visión binocular, incluyendo heteroforias, trastornos de la convergencia y acomodación, si no se trata, puede conducir a dificultades en la lectura y la escritura que



aumentarán con cada año en la escuela a medida que aumentan las demandas educativas”. (Dusek y cols., 2010).

Hay estudios que dividen la enseñanza en tres etapas según la edad:

- TRES ETAPAS:
  - 5-8 años: decodificación.
  - 8-13 años: comprensión.
  - 13-22 años: fluidez.

En el primer rango de edad se usa para el aprendizaje letras grandes y el sistema visual cobra gran importancia, por eso hay habilidades que se deberían comprobar que funcionan correctamente como son las de análisis visual (discriminación visual, relación visual-espacial, memoria visual, constancia visual, figura-fondo, cierre visual y memoria visual secuencial), se demostró en el artículo de Chen y cols, 2011, que en los niños con bajo rendimiento hay mayor tasa de fracaso en esas áreas (a excepción de la memoria visual).

Aunque la revisión no englobe ésta área, es conveniente mencionar que el hecho de saber cómo son éstas habilidades puede ayudar a entender algunos problemas escolares como las inversiones de letras, problemas para memorizar cosas nuevas, faltas de ortografía, problemas para distinguir palabras parecidas, problemas para encontrar una palabra en un texto, etc.

Las habilidades de percepción visual se pueden valorar con el Test of Visual-Perceptual Skills (TVPS-III), el cual evalúa la solidez o la debilidad de la percepción visual, usando un formato de respuesta adecuado para todos los niños, incluidos aquellos con discapacidades. (Visto el día 28/05/2016 en <https://www.mhs.com/product.aspx?gr=edu&prod=tvps&id=overview>).

## CONCLUSIÓN

Como se ha mostrado anteriormente hay un alto porcentaje de población escolar con alteraciones de la acomodación y/o convergencia. No en todos los estudios se llega a la conclusión de la relación de ésta con problemas de bajo rendimiento ya sea en la lectura, en la escritura o en ambas. Aunque se tienen a éstas anomalías visuales como factores de riesgo a la hora de poder sufrir fracaso escolar.

El principal inconveniente para poder llegar a una idea final más clara es la falta de información sobre el tema, pocos son los estudios realizados y los que hay usan diferentes metodologías, así como distintos criterios de elección de la población de estudio, una población que debe ser aleatoria. Mi propuesta para futuras líneas de investigación sería unificar criterios tanto de test como de normas y dividir la población de estudio por edades para poder llegar a conclusiones más acertadas y comparables.

Cada estudio escoge de una forma distinta el tipo de programa estadístico para sus datos, dando como significativo distintos valores. Así como la multitud de test que en la actualidad hay para elegir. Todo esto provoca diferencias considerables al analizar datos de diferentes fuentes por lo que habría que proponer un protocolo específico en los artículos científicos de esta área.

Esencial es la prevención de estas alteraciones a través de un diagnóstico precoz. Gracias a los padres y el profesorado se puede detectar estos problemas a tiempo para que así el escolar pueda ser remitido cuanto antes a un especialista.

Importante, una vez en consulta sería: realizar un examen completo y minucioso para implantar una terapia personalizada en función del tipo de alteración encontrada. Se prestará especial atención a aquellas áreas en las que el paciente tenga más dificultades.

En los niños se ven los problemas de lectura, escritura, ortografía, deportes..., pero no se ve el verdadero problema de fondo (auditivo, visual, reflejos primitivos activos, mala integración bilateral, vestibulares, alimentación, motores...). Si tiene problemas en todo hay que priorizar.

Es en todo esto donde el clínico, como es el caso del optometrista tiene un papel principal, ya no solo en la realización de las pruebas pertinentes, protocolo de atención y diagnóstico correcto de la afectación, sino en la realización de una terapia visual acorde al niño que permita adquirir y normalizar las habilidades alteradas para poder incrementar así el rendimiento escolar. Nos podemos encontrar con problemas visuo-posturales que solucionar, ya que determinan el rendimiento funcional.

Resulta imprescindible la prevención con revisiones periódicas transmitiendo conocimientos y dando consejos tanto posturales como de iluminación. Algunos como la técnica 20-20-20 (mirar cada 20 minutos, unos 20 segundos a más de 20 pies) deberían difundirse entre la población por su fácil aplicación en la vida cotidiana y sus excelentes resultados en la relajación visual. Todo esto evitará un problema de mayor repercusión y por tanto de coste económico elevado para el paciente y para la sociedad.

No habría que olvidar dar siempre un enfoque multidisciplinario al asunto, trabajar en equipo con otros profesionales de la salud como pueden ser otros especialistas de la visión, profesores, pedagogos, psicólogos, audiólogos, nutricionistas...

Muchos de los problemas que se abordan pueden estar ocultos en diagnósticos enmascarados de problemas de audición, incluso emocionales, afectivos, familiares y de actitud ante el trabajo escolar.

A veces, problemas de hiperactividad, dislexia, Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH), pueden estar en la causa y/u origen de los problemas de rendimiento escolar, contaminados o no con otros puramente optométricos.

Sería necesario la realización de más estudios de éste ámbito en todos los países posibles, para poder evaluar el alcance del problema tanto a nivel europeo como mundial, y así monitorizar cambios en el tiempo y evaluar el resultado global de los nuevos tratamientos. En los niños diagnosticados con alguna alteración de la visión binocular, se podría aplicar su tratamiento (en algunos caso por ejemplo: terapia visual) y volver a exponer sus casos para comparar resultados y comprobar la posible mejoría en el rendimiento escolar.

Este trabajo cuenta como principal limitación el número de artículos utilizados, aunque en un principio se encontraran 38, después de establecer los criterios de exclusión quedaron 10 estudios. Ya se comentó que no ha sido fácil porque eran tres las relaciones que se buscaban en ellos (acomodación, convergencia y rendimiento) por lo que los 10 usados eran los que más se ajustaban a lo que se pedía. Otra limitación es que el rango de edad abarcado ha sido grande, habría que acotarlo en futuros estudios.

Mi propuesta para posteriores líneas de investigación es intentar resolver este problema utilizando un número mayor de artículos y seleccionarlos por grupos con menos diferencias de edad.

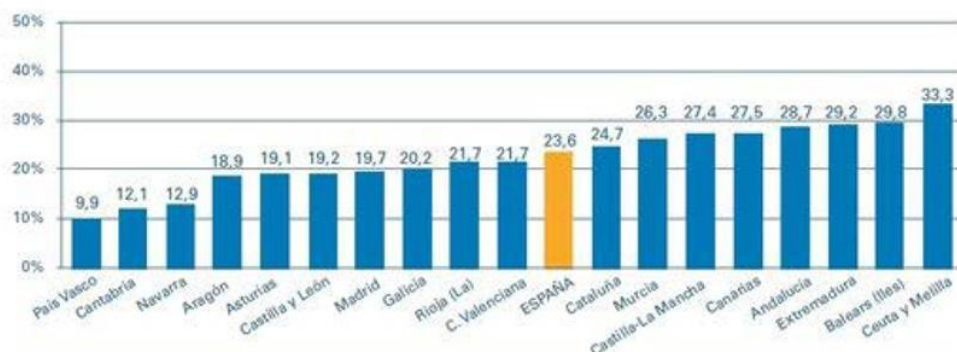
No solo hay que centrarse en éste ámbito aquí tratado, hay que analizar minuciosamente, diferenciando por etapas escolares, los problemas de percepción visual antes comentados (análisis, cierre, memoria visual...). Y una vez llegado a la conclusión de en qué falla el paciente, solucionar cada problema encontrado. De poco sirve corregir una insuficiencia de convergencia que origina por ejemplo, omisiones de palabras, si por otro lado el escolar presenta problemas de memoria visual que le hace bajar su rendimiento en la mayoría de las asignaturas.

## ANEXOS

**Figura 1:**

### *El abandono tras la educación obligatoria*

**Abandono educativo temprano por C.A:** Porcentaje de población de 18 a 24 años que no ha completado el nivel de E. Secundaria 2.ª etapa y no sigue ningún tipo de educación-formación. Año 2013



Fuente: Encuesta de Población Activa. INE. Elaborado con la metodología de Eurostat.

**Figura 2:**

¿Qué es el control binocular?

El control binocular es el proceso por el cual el cerebro recibe información de los ojos y la procesa para que podamos ver un solo objeto en lugar de dos.

El control binocular es el proceso por el cual el cerebro recibe información de los ojos y la procesa para que podamos ver un solo objeto en lugar de dos.

El control binocular es el proceso por el cual el cerebro recibe información de los ojos y la procesa para que podamos ver un solo objeto en lugar de dos.

El control binocular es el proceso por el cual el cerebro recibe información de los ojos y la procesa para que podamos ver un solo objeto en lugar de dos.

Fuente: (Pérez y Castro, 1996). Cómo se vería un texto cuando hay problema de fijación con bajo control binocular.

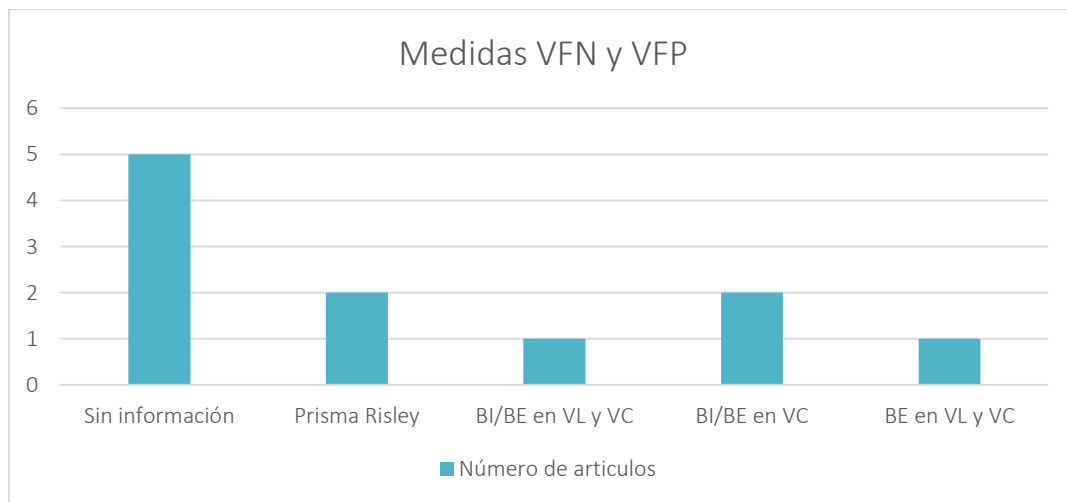
**Figura 3: Agudezas visuales**

ARTÍCULO/AV	LEJOS	CERCA
López,2014	Snellen	**
Dusek y cols.,2010	Snellen	**
Páez y Perea,2007	*	*
Chen y cols., 2011	Snellen 6m	*
Cohen y cols.,2010	Snellen 6m	Rosenbaum 33cm
Álvarez y Puell,2010	Retinoscopía estática	*
Shin y cols.,2009	Autorrefractómetro	Snellen
Morad y cols.,2002	Snellen 6m	Rosenbaum 33cm
Grisham y cols.,2007	Snellen 6m	**
Muzaliha y cols.,2012	Snellen 6m	N-point system 33cm

\*no especifica test usado. \*\*no especifica si se ha tomado la medida de cerca.

Fuente: elaboración propia a partir de los artículos especificados en ella.

**Figura 4:**



Fuente: elaboración propia a partir de López, 2014; Dusek y cols., 2010; Páez y Perea, 2007; Chen y cols., 2011; Cohen y cols., 2010; Álvarez y Puell, 2010; Shin y cols., 2009; Morad y cols., 2002; Grisham y cols., 2007; Muzaliha y cols., 2012.

Figura 5:

Age	Vertical Time (seconds)	Horizontal Time (seconds)	Errors	Ratio (H/V)
	Mean (S.D.)	Mean (S.D.)	Mean (S.D.)	Mean (S.D.)
6.0 - 6.11	63.11 (16.59)	98.26 (32.61)	15.22 (11.49)	1.58 (0.45)
7.0 - 7.11	54.83 (9.20)	87.94 (28.18)	12.50 (12.91)	1.60 (0.41)
8.0 - 8.11	46.76 (7.89)	57.73 (12.32)	4.61 (6.91)	1.24 (0.18)
9.0 - 9.11	42.33 (8.20)	51.13 (13.30)	2.17 (4.10)	1.21 (0.19)
10.0 - 10.11	40.28 (7.43)	47.64 (10.11)	1.91 (2.68)	1.19 (0.17)
11.0 - 11.11	37.14 (5.42)	42.62 (7.61)	1.68 (2.34)	1.15 (0.13)
12.0 - 12.11	35.14 (5.87)	39.35 (8.11)	1.11 (1.17)	1.12 (0.10)
13.0 - 13.11	33.75 (6.53)	37.56 (7.23)	1.61 (2.15)	1.12 (0.12)

Fuente: Bernell Corporation. Developmental Eye Movement (DEM). Mishawaka. 2002. [Consultado en Mayo 2016]. Disponible en: <http://learningmanagement.ca/wp-content/uploads/2012/08/DEM-Test-Notes.pdf>.

Figura 6:

NAME \_\_\_\_\_ DOB \_\_\_\_\_ AGE \_\_\_\_\_ GRADE \_\_\_\_\_

ARTICULATION PRE-TEST Y N NUMBER KNOWLEDGE PRE-TEST Y N

/ = substitution error o = omission error  
a = addition error < or > = transposition error

TEST A				TEST B				TEST C			
3	4	6	7	3	7	5	9	8			
7	5	3	9	2	5	7	4	6			
5	2	2	3	1	4	7	6	3			
9	1	9	9	7	9	3	9	2			
8	7	1	2	4	5	2	1	7			
2	5	7	1	5	3	7	4	8			
5	3	4	4	7	4	6	5	2			
7	7	6	7	9	2	3	6	4			
4	4	5	6	6	3	2	9	1			
6	8	2	3	7	4	6	5	2			
1	7	5	2	5	3	7	4	8			
4	4	3	5	4	5	2	1	7			
7	6	7	7	7	9	3	9	2			
6	5	4	4	1	4	7	6	3			
3	2	8	6	2	5	7	4	6			
7	9	4	3	3	7	5	9	8			
9	2	5	7								
3	3	2	5								
9	6	1	9								
2	4	7	8								

TIME: \_\_\_\_\_ sec

s errors \_\_\_\_\_ o errors \_\_\_\_\_

a errors \_\_\_\_\_ t errors \_\_\_\_\_

ADJ TIME = TIME  $\times \frac{80}{(80 - o + a)}$

ADJ TIME = \_\_\_\_\_ sec

TOTAL TIME: \_\_\_\_\_ sec

ADJ TIME: \_\_\_\_\_ sec

ERRORS: \_\_\_\_\_

TOTAL ERRORS (s + o + a + t) = \_\_\_\_\_

RATIO =  $\frac{\text{HORIZONTAL ADJ TIME}}{\text{VERTICAL ADJ TIME}} = \frac{\quad}{\quad}$

Fuente: The European Academy of Optometry and Optics. Raw or Adjusted? A problem in vertical time in DEM test. 2011. [Consultado en Mayo 2016]. Disponible en: [http://www.otticamaffiolettibergamo.it/files/files\\_publicazioni/00114.pdf](http://www.otticamaffiolettibergamo.it/files/files_publicazioni/00114.pdf).

**Figura 7:**

		Never	(not very often) Infrequently	Sometimes	Fairly often	Always
1.	Do your eyes feel tired when reading or doing close work?					
2.	Do your eyes feel uncomfortable when reading or doing close work?					
3.	Do you have headaches when reading or doing close work?					
4.	Do you feel sleepy when reading or doing close work?					
5.	Do you lose concentration when reading or doing close work?					
6.	Do you have trouble remembering what you have read?					
7.	Do you have double vision when reading or doing close work?					
8.	Do you see the words move, jump, swim or appear to float on the page when reading or doing close work?					
9.	Do you feel like you read slowly?					
10.	Do your eyes ever hurt when reading or doing close work?					
11.	Do your eyes ever feel sore when reading or doing close work?					
12.	Do you feel a "pulling" feeling around your eyes when reading or doing close work?					
13.	Do you notice the words blurring or coming in and out of focus when reading or doing close work?					
14.	Do you lose your place while reading or doing close work?					
15.	Do you have to re-read the same line of words when reading?					
		x 0	x 1	x 2	x 3	x 4

Fuente: (Scheiman y cols., 2005).

**Figura 8:**

I.D. NUMBER: _____ DATE: _____ GRADE LEVEL: _____					
Check the column which best represents the occurrence of each symptom					
	NEVER	SELDOM	OCCASIONAL	FREQUENTLY	ALWAYS
Headaches with near work					
Words run together reading					
Burn, itch, watery eyes					
Skips/repeats lines reading					
Head tilt/close one eye when reading					
Difficulty copying from chalkboard					
Avoids near work/reading					
Omits small words when reading					
Writes up/down hill					
Misaligns digits/columns of numbers					
Reading comprehension down					
Holds reading too close					
Trouble keeping attention on reading					
Difficulty completing assignments on time					
Always says "I can't" before trying					
Clumsy, knocks things over					
Does not use his/her time well					
Loses belongings/things					
Forgetful/poor memory					
OTHER COMMENTS:					

Fuente:(Farhana y cols., 2012).



## TABLAS

Estas tablas son de elaboración propia a partir de los datos de los artículos mencionados en ellas.

TABLA 1

AUTOR	N	EDAD	MÉTODO	VALOR PPC (cm) ROTURA/RECOBRO
López, 2014	12	12-16	Estímulo acomodativo	4.4/5.8
Dusek y cols., 2010	324 buenos 801 malos	6-14	Linterna	3.4±4.6 4.7±5.5
Páez y Perea, 2007	7 buenos 29 malos	7-9	Linterna	≈3.0 ≈15.0
Cohen y cols., 2010	61	8-10	Estímulo acomodativo	5.9±5.7/6.2±6.6
Álvarez y Puell, 2010	32 buenos 87 malos	8-13	Linterna	4.3±2.3/7.9±3.2 3.7±3.2/9.1±5.2
Shin y cols., 2009	761 buenos 258 malos	9-13	Estímulo acomodativo	No datos
Morad y cols., 2002	66	8-10	Estímulo acomodativo	5.9±5.7/6.2±6.6
Grisham y cols., 2007 *	390 71	14-19	Estímulo acomodativo	≤8.0 ≥9.0
Muzaliha y cols., 2012	869 141	8-12	Estímulo acomodativo	>8.0 <9.0

\*N=54 se quejaron de fatiga

TABLA 2

AUTOR	N	EDAD	MÉTODO	VF (Dioptías prismáticas)
Páez y Perea, 2007	6.84 buenos 29.16 malos	7-9	VFP EN VP	30.5 22.9
Cohen y cols., 2010	61	8-10	VFP <u>PPC&gt;7</u> 3D test Luz distancia Luz cerca <u>PPC&lt;7</u> 3D test Luz distancia Luz cerca	24.8±6.2 25.5±2.4 28.2/22.7* 17.9±7.5 29.0±4.4 28.2/22.7*
Álvarez y Puell, 2010	32 buenos 87 malos	8-13	Prismas de Risley (Lejos)	Buenos BI 11.1±3.4/3.0±3.6* BE 17.8±6.1/7.9±1.5* Malos BI 9.1±3.0/3.6±1.9* BE 19.0±8.3/6.0±6.1*
Shin y cols., 2009	761 buenos 258 malos	9-13	Prismas Risley	No datos
Grisham y cols., 2007	461	14-19	Barra prisma horizontal a 40cm	VFP 38% rotura < 18 9.5% recobro <7 VFN 82% rotura < 20 60% recobro < 11
Muzaliha y cols., 2012	1010	8-12	Barra prisma horizontal a 40cm	VFP** -pobre rotura 12.18% -pobre recobro 45.7% VFN** -pobre rotura 37.4% -pobre recobro 66.3%

\*valor rotura/valor recobro\*\*se consideró en cuanto a convergencia: pobre rotura tener <18 y recobro<7// Se consideró en cuanto a divergencia: buena rotura de 10-20 y recobro de 7-13

TABLA 3

AUTOR	N	EDAD	MÉTODO	AA (D)
Dusek y cols., 2010	308 buenas 810 malos	6-14	Método Donders	13.3±2.0 12.5±2.6
Páez y Perea, 2007	7 buenos 29 malos	7-9	Método Sheard (lentes negativas)	10.9/11.2* 8.2/8.0 *
Shin y cols., 2009	761 buenos 258 malos	9-13	Método Donders	No datos
Grisham y cols., 2007	461 [ 114 53	14-19	Método Donders	≥ 9.0 = 10.0
Muzaliha y cols., 2012	1010 [ 286	8-12	Método Donders	≥12

\*Amplitud de acomodación OD/OI \*\*Solo hay información de una parte de la población total.

TABLA 4

AUTOR	N	EDAD	MÉTODO	FLEX. ACOMODATIVA (ciclos por minuto)
Dusek y cols., 2010	275 buenos 783 malos	6-14	Flippers +/- 2.00	9.0±3.5 6.5±3.8
Shin y cols., 2009	114	9-13	Flippers +/- 2.00	11 inflexibilidad acomodativa
Grisham y cols., 2007	461 [ 109 37	14-19	Flippers +/- 2.00	≤ 9.0 ≤ 1.0
Muzaliha y cols., 2012	1010	8-12	Flippers +/- 2.00	263 inflexibilidad acomodativa

TABLA 5

AUTOR	N	EDAD	MÉTODO	MOVIMIENTOS OCULARES (segundos y minutos)
Cohen y cols., 2010	61	8-10	DEM (ratio)	1.4±0.3
Álvarez y Puell, 2010	32 buenos 87 malos	8-13	DEM	No datos
Morad y cols., 2002	66	8-10	DEM [ Horizontal Vertical Ratio	59.4±10.2 44.0±9.2 1.2±0.5
Grisham y cols., 2007	461	14-19	DEM	No datos
Muzaliha y cols., 2012	1010	8-12	DEM [ Horizontal Vertical Ratio	72.7 36.9 1.76

TABLA 6

AUTOR	N	EDAD	MÉTODO	ESTEREOPSIS (segundos de arco)
López, 2014	33 23 9	12-16	TNO con gafas R-V	≥480 >60 y <120 ≤60
Cohen y cols., 2010	61	8-10	Titmus Stereo Fly Test	No datos
Álvarez y Puell, 2010	32 buenos 87 malos	8-13	Randot con gafas polarizafas	25.2±11.3 23.8±8.6
Shin y cols., 2009	761 buenos 258 malos	9-13	Titmus stereo Fly Test	No datos
Morad y cols., 2002	59 7	8-10	Titmus Stereo Fly Test	<50 >50

## BIBLIOGRAFÍA

Abdi S, Brautaset R, Rydberg A, Pansell T. The influence of accommodative insufficiency on reading. *Clin Exp Optom*. 2007; 90(1):36–43.

Alemany AL. Optometría pediátrica. Xàtiva: Ulleye; 2005.

Álvarez CP, Puell MC. Binocular function in school children with reading difficulties. *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2010; 248(6):885–92.

Álvarez SBD, Jiménez PM, Garófano CJ, García AG. BASES OPTOMÉTRICAS PARA UNA LECTURA EFICAZ [Tesis doctoral]. Centro de Optometría Internacional; 2004; 16–102.

Bonete SC. Prevalencia y sintomatología de las disfunciones acomodativas y binoculares en la población universitaria. [Tesis doctoral]. Alicante; 2014.

Caño, R., Sanchez, M., Sanchez R. Influencia De La Lateralidad En Los Problemas De Aprendizaje. [Tesis doctoral]. Centro de Optometría Internacional; 2003; 1-29.

Chen AH, Bleything W, Lim YY. Relating vision status to academic achievement among year-2 school children in Malaysia. *Optometry*. 2011; 82(5):267–73.

Cobo E. Abandono temprano de la educación y formación. *Rev Educ*. 2010;(1):31–62.

Cohen Y, Segal O, Barkana Y, Lederman R, Zadok D, Pras E, y cols. Correlation between asthenopic symptoms and different measurements of convergence and reading comprehension and saccadic fixation eye movements. *Optometry*. 2010; 81(1):28–34.

Cóppola LB. LAS DESTREZAS PERCEPTUALES Y LOS RETOS EN EL APRENDIZAJE. *Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación"*. 2004; 4(1).

Dusek W, Pierscioneck BK, McClelland JF. A survey of visual function in an Austrian population of school-age children with reading and writing difficulties. *BMC Ophthalmol*. 2010; 10(1).

España PM del C. Los dibujos de los zurdos: percepción y lateralidad. 2ª ed. Castellón: Universitat Jaume I. Servei de Comunicació i Publicacions; 2000. p. 19–42.

Farhana N, Ai C, Pik G. COVD-QOL questionnaire : An adaptation for school vision screening using Rasch analysis. *J Optom*. 2012; 5(4):182–187.

Grisham D, Powers M, Riles P. Visual skills of poor readers in high school. *Optometry*. 2007; 78(10):542–549.

Herranz RM, Antolínez GV. Manual de Optometría. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2010.

López LP. Anomalías refractivas y binoculares en adolescentes con bajo rendimiento académico. Gaceta de Optometría y óptica oftálmica. 2014;(489):26–33.

Molina NP, Forero CM. Insuficiencia de convergencia. Ciencia y Tecnología para la Salud Visual Y Ocular. 2010; 8(2):91–102.

Morad Y, Lederman R, Avni I, Atzmon D, Azoulay E, Segal O. Correlation between reading skills and different measurements of convergence amplitude. Curr Eye Res. 2002; 25(2):117–21.

Muzaliha MN, Nurhamiza B, Hussein A, Norabibas AR, Mohd-Hisham-Basrun J, Sarimah A, y cols. Visual acuity and visual skills in Malaysian children with learning disabilities. Clin Ophthalmol. 2012; 6(1):1527–33.

Najas FJ. La visión en la escuela. Universidad de Sevilla. 2011.

Páez SB, Perea YH. Relación entre el sistema de acomodación, el sistema de vergencias y los problemas de lecto-escritura en los niños de segundo a cuarto de primaria de un colegio de Bogotá. Nova. 2007; 5(7):57–64.

Pérez LÁ, Castro PG. Dificultades en la adquisición del proceso lector. Psicothema. 1996; 8(3):573–86.

Poltavski D V, Biberdorf D, Petros T V. Accommodative response and cortical activity during sustained attention. Vision Res. Elsevier Ltd; 2012; 63:1–8.

Rouse M, Borsting E, Mitchell GL, Cotter SA, Kulp M, Scheiman M, y cols. Validity of the Convergence Insufficiency Symptom Survey: A Confirmatory Study. Optom Vis Sci. 2009; 86(4):357–363.

Scheiman M, Kulp M, Cotter SA, Mitchell GL, Gallaway M, Boas M, y cols. Vision Therapy/Orthoptics for Symptomatic Convergence Insufficiency in Children: Treatment Kinetics. Optom Vis Sci. 2011; 87(8):593–603.

Scheiman M, Mitchell GL, Cotter SA, Kulp M, Cooper J, Rouse M, y cols. A Randomized Clinical Trial of Vision Therapy / Orthoptics versus Pencil Pushups for the Treatment of Convergence Insufficiency in Young Adults. Optom Vis Sci. 2005; 82(7):583–595.

Scheiman M. The Convergence Insufficiency Treatment Trial: Design, Methods and Baseline Data. *Optom Vis Sci.* 2008; 15(1):24–36.

Shin HS, Park SC, Park CM. Relationship between accommodative and vergence dysfunctions and academic achievement for primary school children. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2009; 29(6):615–624.